

# THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 605

*Biologie-Santé*

Spécialité : *Sciences Odontologiques*

Par

**Octave Nadile BANDIAKY**

**Environnements virtuels pour l'assistance à l'apprentissage  
du geste en odontologie**

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 12 Décembre 2025

Unité de recherche : UMRS 1229- Regenerative Medicine and Skeleton – RmeS

UFR Odontologie, 1 Place Alexis Ricordeau 44042 Nantes

## Rapporteurs avant soutenance :

Maxime Ducret

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Université Lyon 1

Nisrine El Arrouf

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Université Mohammed V

## Composition du Jury :

Examineurs : Corinne Lejus-Bourdeau Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Nantes Université  
Serena Lopez Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Nantes Université  
Bruno Tavernier Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Université Paris Cité  
Matthieu Perard Maître de conférences des universités-Praticien Hospitalier, Université de  
Rennes

Dir. de thèse : Laurent Le Guehennec

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Nantes Université

Co-dir. de thèse : Assem Soueidan

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier, Doyen de l'UFR  
d'Odontologie, Nantes Université

Invité

**Titre :** Environnements virtuels pour l'assistance à l'apprentissage du geste en odontologie

**Mots clés :** Compétences psychomotrices, Dextérité manuelle, Éducation dentaire, Réalité virtuelle, Simulation haptique, Simulateurs dentaires

**Résumé :** Le projet de recherche EVAGO, porté par un consortium composé de trois laboratoires et d'un partenaire industriel, avait pour objectifs l'évaluation automatique du geste, l'enrichissement fonctionnel et pédagogique du simulateur Virteasy Dental®. Cette thèse présente les résultats de l'analyse de l'état de l'art dentaire dans les domaines des technologies immersives et haptiques, de l'évaluation de l'impact pédagogique du simulateur, tout en identifiant les données nécessaires pour la capture de mouvement. L'analyse de la littérature montre que les simulateurs haptiques contribuent à l'amélioration des compétences psychomotrices des étudiants, bien que leur impact reste limité dans certaines disciplines odontologiques. L'évaluation de l'apport pédagogique de Virteasy Dental®, suggère que ce simulateur pourrait constituer un outil pertinent pour screenner les étudiants novices.

Concernant, l'usage de ce simulateur lorsqu'il est couplé à un casque de réalité virtuelle, le bénéfice reste limité et met en évidence les limites de l'immersion en simulation haptique. Ainsi, cette thèse illustre à fois le potentiel des technologies immersives et haptiques en tant qu'outil complémentaire aux simulateurs conventionnels mais aussi leurs limites dans certains scénari complexes. Compte tenu des progrès technologiques, il apparaît nécessaire de poursuivre les recherches pour améliorer la densité des tissus durs et la fluidité des mouvements des instruments rotatifs. L'intégration de l'intelligence artificielle dans les simulateurs haptiques pourrait rendre la scénarisation plus réaliste, créer des cas d'entraînement plus complexes et personnaliser davantage le programme de formation préclinique en odontologie.

**Title :** Virtual Environment for the Assistance in Learning of Odontology Gestures

**Keywords :** Dental education, Dental simulators, Haptic simulation, Manual dexterity, Psychomotor skills, Virtual reality

**Abstract:** The EVAGO research project, led by a consortium of three laboratories and an industrial partner, sought to develop automatic gesture evaluation and to enhance both the functional and educational capabilities of the Virteasy Dental® simulator. This thesis presents the results of a state-of-the-art analysis in dentistry focusing on immersive and haptic technologies, an evaluation of the simulator's educational impact, and the identification of data required for motion capture. The literature review indicates that haptic simulators support the development of students' psychomotor skills, although their impact remains limited in certain dental disciplines. The assessment of Virteasy Dental® suggests that the simulator could serve as a valuable tool for screening novice students.

However, when combined with a virtual reality headset, its benefits remain modest, underscoring the limitations of immersion in haptic simulation. Overall, this thesis highlights both the potential of immersive and haptic technologies as complementary tools to conventional simulators and their limitations in complex training scenarios. In light of ongoing technological progress, further research is needed to improve the representation of hard tissue density and the fluidity of rotary instrument movements. The integration of artificial intelligence into haptic simulators could enhance the realism of training scenarios, enable the design of more complex cases, and allow greater personalization of preclinical dental education programs.